052 모듈형 펄스전원 기술

전기물리연구센터 | 장성록

○ 모듈형 펄스전원 기술은 모듈단위 스택킹을 통해 응용분야에 따라 다양하게 요구되는 전압, 전류 및 반복률 조건을 자유롭게 구현 가능한 장점을 가져 다양한 플라즈마 산업에 효율적으로 적용 가능한 기술 입니다.

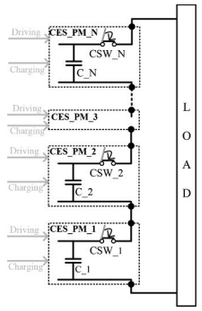
기술개념 및 구성

▣ 기술개념

▶ 본 기술은 수십 ns급의 고속 펄스 응용분야에 필요한 펄스전원 단위 모듈을 개발하고 모듈간의 직병렬 스택킹을 통해 다양한 펄스 전압, 전류 및 반복률 사양을 만족시킬수 있는 반도체 스위치 기반 모듈형 펄스전원기술임

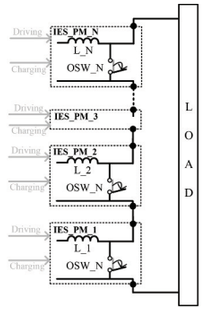
▣ 기술의 구성도

▶ CES_PMS
(Inductive Energy Storage based Pulse Module Stack)



- CES + Closing Switch(CSW)
- 전압원 특성
- 고속 펄스 발생에 적합
- Rectangular Pulse

▶ IES_PMS
(Inductive Energy Storage based Pulse Module Stack)



- IES + Opening Switch(OSW)
- 전류원 특성
- 고승압 응용분야에 적합
- Sinusoidal Pulse

1. 기술 개요

▣ 기술개발의 필요성

▶ 펄스전원장치(Pulsed Power Modulator)는 국방, 의료, 환경, 재료 등 다양한 산업에 적용되고 있으며, 전력용 반도체 스위칭 소자 기반의 고전압 펄스전원장치(Solid State Pulsed Power Modulator)의 경우 반영구적인 수명 및 출력 제어의 용이성과 같은 장점을 가짐

▶ 특히, 플라즈마 응용분야에서 요구되는 ns 단위의 빠른 펄스 상승시간 및 펄스폭 달성을 위해서는 반도체 소자의 극한 구동 및 직병렬 스택킹 기술개발이 필요함

▶ 모듈 단위의 직병렬 스택킹 기술 개발을 통해 응용분야에 따라 요구되는 다양한 전압 및 전류 조건을 만족킬 수 있는 범용적 펄스전원 개발

▶ 상용전원 확보가 어려운 응용분야에 적용하기 위해 저전압 배터리로부터 고전압 펄스를 발생시킬 수 있는 고승압 펄스전원 기술개발이 필요함

2. 기술 내용

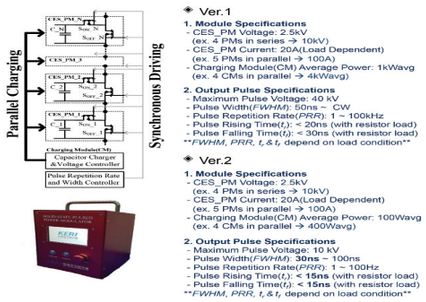
▣ 기술의 특징

▶ 기술의 특장점

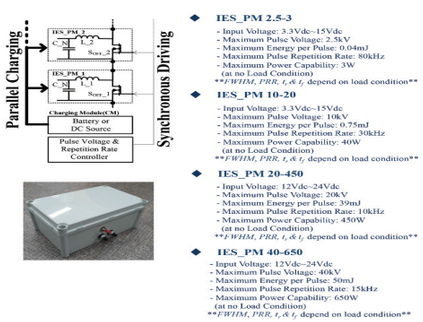
- 전력용 반도체 스위칭 소자의 전압 및 전류 정격의 한계를 극복함
- 소자 고속 동기 구동을 통한 빠른 펄스 상승시간 구현
- 모듈단위 설계를 통해 응용분야의 다양한 요구조건 충족
- 고효율, 고밀도, 고신뢰 펄스전원

▶ 기술의 상세 규격

- CES_PMS



- IES_PMS



▣ 경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사 · 경쟁 기술 현황

• 반도체 스위치 기반 고전압 펄스전원 기술

국내	기술명	반도체 스위치 기반 고전압 펄스전원 기술
	기술 내용	고전압 스위치를 직접적으로 스택킹하는 방식을 주로 사용하고 있으며, 펄스상승시간 및 펄스폭 단축에 한계가 있음
국외	기술명	반도체 소자 기반 고전압 펄스전원 기술
	기술 내용	세계 선진 연구기관 및 기업체에서 다양한 형태의 반도체 소자 스택킹 방식을 적용하여 반도체 소자 기반 펄스전원장치의 대용량화 연구를 활발히 수행 중에 있음
	기술명	Solid-state LTD
	기술 내용	일본 나가오카 대학에서 연구개발 중인 기술로 모듈단위의 스택킹 기술을 개발하여 다양한 응용분야에 적용하고 있음

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
ns급 모듈형 펄스전원 기술	• 펄스전원장치 관련 고유 특허 기술을 적용한 파워셀 기반 펄스전원장치를 개발하여 높은 신뢰성을 확보하고, 가스처리 및 수처리 등 다양한 친환경 응용분야 기술이전을 통해 상용화 수준의 기술 보유 • 고효율 설계를 통해 출력 증대에 제약이 없으며, 세계최고 수준의 전력밀도를 가짐

3. 기술의 시장성

▣ 기술 응용분야 및 제품

• 플라즈마 응용
  – 환경, 의료, 농업, 재료, 식품 산업 등
• 가속기 응용
  – 고출력 진공 소자(마그네트론, 자이로트론, 클라이스트론 등) 및 펄스 마그넷 구동

[고전압 전원]

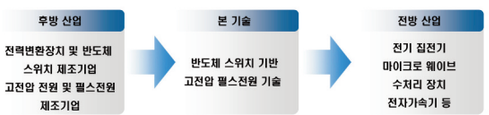
[마이크로 웨이브 발생기]

▣ 시장이슈

• 전세계적으로 에너지절약에 대한 대응이 필수가 됨에 따라 전원의 경우 고효율화가 가장 시급한 과제로 떠오르게 되었음
• 전원에 대한 산업폐기물 삭감에 대한 방책이 강하게 요구되고 있으며, 각국 규격 단체들의 기준 규격 규제 강화로 인해 친환경 트렌드에 맞는 환경부하 저감을 위한 효율성이 높은 전원기술이 필요하게 됨
• 효율성과 더불어 장수명, 보호기술들을 통한 고 신뢰성 및 긴 사용기간을 가지는 Solid State 전원시스템의 필요성이 높아지게 됨

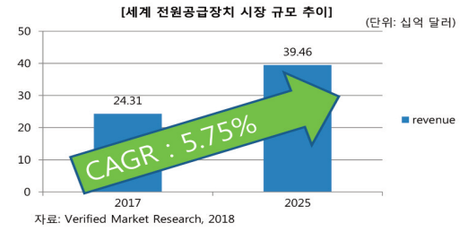
▣ Supply chain

• 고전압 전원 기술은 고전압 전원 및 펄스전원이 활용되는 대규모 산업시설 및 신재생 에너지, 환경 산업 등에 활용됨



▣ 수요전망

• 전원 공급장치 시장은 2017년 243억 달러로 평가되었으며 2025년까지 5.75%의 성장률로 394억 달러의 시장을 구성할 것으로 전망



자료: Verified Market Research, 2018

4. 주요 연구성과

▣ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원 및 등록	광범위한 부하 범위를 가지는 고정밀 직류/직류 공진형 컨버터	한국	10-1333586	2013
		미국	9,246,389	2015
		유럽	13182746.1	2013
등록	펄스 전원 장치	한국	10-1739882	2017
등록	펄스 전원 장치 스위칭 제어 회로	한국	10-2016-0098781	2019

▣ 기술의 완성도

▶ TRL7수준 기술완성도 단계 : 기술이전 및 실제 운영 환경에 적합한 상용품 제작 검증

▶ 개발 기술 범위 : 고전압 전원장치 설계 및 응용
• 40kV급 고전압 펄스전원 친환경 응용분야 기술이전 및 상용화
• 10kV급 고전압 커패시터 충전기 국방응용분야 기술이전 상용화
• 1.2kA급 대전류 펄스전원 광소경 응용분야 기술이전 및 상용화
• 40kV, ns급 고속, 모듈형 펄스전원 개발 중
• 배터리 구동형 고승압 펄스전원 개발 중

▶ 기술개발 완료 시기
• 2019년 12월 : ns급 고속 펄스전원 및 배터리 구동형 고승압 펄스전원 단위 모듈 개발 완료 예정

5. 기대 효과

▣ 기술 도입 효과

▶ 경제적인 효과
• ns급 모듈형 펄스전원은 환경, 식품, 농업, 의료, 재료 등 산업 전반에 그 응용 분야를 가지고 있으며, 개발된 단위모듈 확장을 통해 다양한 펄스파워 산업에 효율적으로 적용 가능
• 반도체 소자 기반 펄스전원장치는 기존의 수명적인 한계를 가지는 스위치의 문제를 극복할 수 있는 기술로 기존 기술 대체를 위한 시장과 신규 사업분야 창출이 기대됨

▣ 기술 · 산업적 파급 효과

▶ 기술적 파급 효과
• 고전압 펄스전원장치 설계 및 응용 기술 분야는 KERI의 특화된 특허 기술과 다양한 연구 경험을 바탕으로 산업용 대용량 전원 시스템이 요구되는 산업분야에 효율적으로 적용될 수 있을 것으로 기대됨
• 국산화 기술 개발로 해외 의존도가 높은 고전압 전원 장치의 기술적인 자립이 가능할 것으로 기대되며, 수입품 사용시의 문제점으로 지적되는 제품의 판매 가격 상승 및 고장시 AS 처리시간 지연 등의 문제점을 해결할 수 있음
• 특히, 펄스 고속화 기술과 모듈화 기술, 배터리 구동형 고승압 기술은 국내외 플라즈마 응용연구를 위한 기반 기술로 관련 분야의 학술적, 산업적 파급효과가 기대됨

[R&R : 3-1-3]